



Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero: Antecedentes investigativos y usos tradicionales

Alternatives for the use of whey: Research background and traditional uses

Autores

✉ ¹**María Belén Williams Zambrano*

✉ ²*Alex Alberto Dueñas Rivadeneira*

¹Maestría en Agroindustrias, Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

²Departamento de Procesos Agroindustriales, Facultad de Ciencias Zootécnicas, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

*Autor de correspondencia.

Citación sugerida: Williams Zambrano, M. B. y Dueñas Rivadeneira, A. A. (2021). Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero: Antecedentes investigativos y usos tradicionales. *La Técnica*, 11,(2), 80-86. DOI: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i26.3490

Resumen

El lactosuero es el mayor subproducto obtenido durante el procesamiento de la leche en la producción de quesos, el cual presenta un alto contenido de nutrientes y se desaprovecha desechándolo generalmente en vertederos, causando un problema de contaminación ambiental. El objetivo del presente trabajo consistió en identificar diversas alternativas para el aprovechamiento del lactosuero en diferentes industrias, a partir de diferentes estudios de aplicación y usos tradicionales. Se realizó una investigación bibliográfica y descriptiva de trabajos investigativos de los últimos cinco años, en las bases de datos Scielo, Redalyc, Scopus, tomando como referencia las palabras clave lactosuero, subproducto lácteo, industria láctea, y usos del lactosuero en español e inglés. Entre las conclusiones se determina que el lactosuero conserva nutrientes importantes de la leche que pueden ser aprovechados ampliamente por la industria alimentaria, química, cosmética y biomédica según los estudios realizados.

Palabras clave: coagulación, industria láctea, leche, procesamiento.

Abstract

Whey is the largest by-product obtained during the processing of milk in the production of cheeses, which has a high content of nutrients and is wasted generally discarding it in landfills, causing an environmental pollution problem. The objective of this work is to analyze various alternatives for the use of whey in different industries, based on different application studies and traditional uses. A bibliographical and descriptive investigation of investigative works of the last five years was carried out, in the databases Scielo, Redalyc, Scopus, taking as a reference the keywords whey, dairy by-product, dairy industry, and uses of whey in Spanish and English. Among the conclusions, it is determined that whey preserves important nutrients in milk that can be widely used by the food, chemical, cosmetic and biomedical industries according to the studies carried out.

Keywords: coagulation, dairy industry, milk, processing.

Recibido: Abril 20, 2021
Aceptado: Mayo 10, 2021
Publicado: Julio 08, 2021

Introducción

A nivel mundial el lactosuero es el compuesto de mayor interés de la industria láctea, en el desarrollo de nuevas tecnologías de invención o aplicación en diferentes campos (Gómez et al., 2017). Debido a sus características el lactosuero es uno de los subproductos alimentarios más ricos de la naturaleza que contiene todos los aminoácidos esenciales e importantes cantidades de lactosa, grasas, vitaminas A, C, D, E y complejo B, además de minerales como fósforo, calcio, potasio y hierro (Vásquez et al., 2017) bajo contenido de grasa, y la presencia mayoritaria de la lactosa como fuente de hidratos de carbono y disacáridos (Miranda et al., 2019).

El lactosuero tiene su origen en la industria quesera y es el principal subproducto de la leche y un contaminante al desecharlo en los vertederos (País, 2017), aproximadamente el 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero (Videa y Videa, 2019) entre 0,2 a 10 L de leche procesada (Molero et al., 2017) su vertido desmedido y sin control (Fernández, 2021) ocasiona un gran impacto al ambiente (Cury et al., 2017) especialmente a las fuentes hídricas (Wscary et al., 2018).

La industria quesera generalmente transforma bajos volúmenes de leche cruda y opera con tecnología artesanal (Villegas et al., 2017) con base en conocimientos tradicionales (Vásquez, 2017), al ser un producto abundante se destina generalmente para la alimentación de animales de granja (Haberkon, 2018).

En los últimos años se han desarrollado importantes tendencias tecnológicas para su aprovechamiento óptimo, transformando al lactosuero en un componente con gran potencial (López, 2018). Se han propuesto nuevas tecnologías de invención o aplicación en diferentes campos diversificándose las alternativas para su aprovechamiento industrial en áreas como la nutrición, salud y biotecnología (Gómez et al., 2017). Atendiendo la importancia que desde la industria se les da a los residuos alimenticios el presente estudio tuvo como objetivo identificar las diversas alternativas para el aprovechamiento del lactosuero, destacar sus propiedades nutricionales y principales sistemas de conservación a partir de la revisión de literatura especializada.

Metodología

La investigación fue de tipo descriptiva documental en la que se analizaron las diferentes aplicaciones y alternativas de aprovechamiento del lactosuero. Fue una investigación bibliográfica y documental elaborada mediante un proceso de búsqueda de lectura, análisis, reflexión e interpretación de la literatura especializada.

Para la búsqueda de información se utilizaron como palabras clave lactosuero, subproducto lácteo, industria láctea, y usos del lactosuero en español e inglés. La búsqueda fue realizada

en las bases de datos Scielo, Redalyc, Scopus. Como criterio de selección se consideraron los artículos científicos publicados entre los años 2017 y 2021.

Desarrollo

Lactosuero

El lactosuero es el subproducto lácteo obtenido de la separación del coágulo de la leche, de la crema o de la leche semidescremada durante la fabricación del queso mediante la acción ácida o de enzimas del tipo de cuajo (renina, enzima digestiva de los rumiantes) que rompen el sistema coloidal de la leche en dos fracciones sólida y líquida (Haberkon, 2018).

La fracción sólida está compuesta principalmente por proteínas insolubles y lípidos que en su proceso de precipitación arrastran y atrapan minoritariamente alguno de los constituyentes hidrosolubles, la fracción líquida corresponde al lactosuero en cuyo interior están suspendidos todos los componentes nutricionales que no fueron integrados a la coagulación de la caseína, de esta forma se encuentran en el lactosuero partículas solubles y no solubles (Muñoz, 2018).

El lactosuero es un subproducto líquido de efluente (Romero y Torres, 2020) que se drena durante la elaboración de quesos tras la separación de la cuajada (Mazorra y Moreno, 2020), de color verdoso, amarillento y turbio (López et al., 2018) transparente, de sabor ácido agradable (Vásquez et al., 2017).

Existen dos clases de lactosuero, el ácido y el dulce. El lactosuero ácido se obtiene por fermentación o adición de ácidos orgánicos o minerales para coagular la caseína, coagulación ácida que genera un lactosuero con una acidez sustancialmente baja (pH 4,5 aproximadamente). El lactosuero dulce se obtiene por la coagulación de la caseína utilizando cuajo (mezcla de la enzima quimosina u otras enzimas coagulantes de la caseína) a un pH de 6,5 aproximadamente (Gómez y Sánchez, 2019).

Composición nutricional

El lactosuero es un subproducto rico en valores nutritivos (Montesdeoca et al., 2017). Representa aproximadamente del 85 al 95% del volumen de leche y retiene el 55% de sus nutrientes (Gómez y Sánchez, 2019).

Contiene la mayor parte de los componentes solubles en agua, tales como carbohidratos, minerales, vitaminas hidrosolubles y proteínas solubles (Chacón et al., 2017). Presenta un elevado contenido en materia orgánica procedente de la leche, un 55% de los nutrientes mayoritarios originales de la leche los cuales corresponden 96% de la lactosa (46 a $52 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$), 25% de la proteína (6 a $10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) y 8% de la materia grasa ($5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$). Es rico en minerales, siendo los principales el calcio ($0,6 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$), fósforo

(0,7 g·L⁻¹), magnesio (0,17 g·L⁻¹), sodio (0,3 g·L⁻¹), y potasio (1 g·L⁻¹) (Ramírez et al., 2018).

La calidad nutricional de las proteínas del lactosuero es excepcional pues representa un valor biológico superior al de las proteínas del huevo (104 vs. 100) y 1,4 veces mayor a las proteínas de la soya, así como una elevada utilización neta de proteína y máxima digestibilidad (Mazorra y Moreno, 2020), características importantes que hacen al lactosuero útil para su aplicación en la industria alimentaria (Díaz et al., 2018).

Antecedentes investigativos

Se reporta una amplia variedad de trabajos investigativos para la conservación de las propiedades funcionales, nutritivas y bioactivas de los del suero de la leche, siendo la alimentación animal la más abundante.

Caicedo et al. (2018) determinaron que en la alimentación de cerdos *Landrace x Duroc x Pietrain* fue factible reemplazar eficientemente el maíz por ensilado de tubérculos de taro con suero de leche sin afectar el rendimiento productivo de los animales, en el ensayo establecieron el consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y peso final durante el crecimiento a 42 días y engorde entre 43 y 84 días.

Caicedo et al. (2020) mezclaron el lactosuero con material secante, melaza y urea para mejorar la composición nutricional del raquis de plátano y banano, obteniendo un alimento de calidad nutritiva para animales. Borrero y Cujía (2019) elaboraron un ensilado a base de mango y lactosuero para contrarrestar el efecto negativo de los periodos secos en la producción bovina, determinando que la combinación de mango y lactosuero permitió el aumento de proteínas en la dieta para rumiantes y en la obtención de una leche de mejor calidad. Caicedo et al. (2019) analizaron los efectos de la adición de yogur natural, lactosuero y melaza en ensilaje líquido de chontaduro y determinaron que presentó un comportamiento adecuado en los indicadores físico-químicos, biológicos y organolépticos los cuales fueron aptos para la alimentación animal.

González y Cobas (2021) obtuvieron una mejora en los chorizos elaborados de cerdos alimentados con lactosuero como consecuencia de la disminución del ácido linoleico, determinaron que la inclusión de lactosuero en la dieta de los cerdos en su fase de cebo permitió su aprovechamiento. Pineda et al. (2017) propusieron el uso de lactosuero en la alimentación de pollos de engorde durante el periodo de iniciación obteniendo efectos positivos en la productividad.

Así mismo, se han propuesto tratamientos destinados a la elaboración de alimentos para el consumo humano debido a los bajos costos de producción, grado de calidad alimenticia y aceptable sabor (Montesdeoca et al., 2017). Torres (2017) lo utilizó en la elaboración de yogur alcanzado características similares al yogur regular. Zúñiga y Cigüeña (2019) lo propusieron para elaborar salsa golf con parámetros aceptables y se mantuvieron los nutrientes del suero. En la formulación y elaboración de un helado artesanal Arteaga et al. (2017) determinaron que el suero

de leche puede ser utilizado en concentraciones máximas de 25% para que no se afecte las características sensoriales del producto.

Destinado a la elaboración de bebidas se puede identificar el mayor uso del lactosuero, Jiménez et al. (2018) formularon y caracterizaron una bebida de mango a base de lactosuero con un alto contenido proteico y reducido en grasa, libre de conservadores con una vida de 18 días en refrigeración a 4 °C y buena estabilidad en color, acidez, pH y concentración de fenoles y flavonoides. Muñoz et al. (2019) utilizaron el lactosuero como ingrediente complementario para elaborar una bebida saborizada con 75% de chocolate en polvo y 25% de lactosuero, obteniendo como resultados proteínas 1,25%, acidez 0,61%, Brix 13,50, sólidos totales 14,88 y cenizas 0,71%, Muñoz (2018) obtuvo un manjar a base de suero de leche y nueces utilizando tres niveles del lactosuero como sustituto de la leche estableciendo parámetros óptimos para el proceso de elaboración del manjar.

Rodríguez y Hernández (2017) propusieron el desarrollo de una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de *Aloe vera* (10%) y pulpa de guanábana (15%) mediante análisis químico-físico establecieron diversidad en la composición del lactosuero en dependencia de la leche y el tratamiento realizado durante la elaboración del queso. Obtuvieron una bebida hipocalórica, láctea semidescremada, con bajo contenido de proteína, pero de alta calidad por la presencia de lactoglobulinas del suero, baja en azúcar dado por la lactosa del suero y los azúcares de la guanábana. Dietética y funcional por la presencia del jugo de *A. vera*, pulpa de guanábana y microorganismo del probiótico, con una vida de almacenamiento de hasta 21 días en condiciones de refrigeración.

Rodríguez et al. (2020) desarrollaron una bebida fermentada de suero con *Lactobacillus acidophilus* y *L. casei*, la adición de salvado de trigo y pulpa de guayaba con buena aceptabilidad y estabilidad, con olor y color típico a guayana, dulzor moderado, mínimo sabor a salado y ligeramente ácido, con homogeneidad aceptable, poca viscosidad y presencia de grumos debido al salvado de trigo, con alto valor nutricional y energético. Gavilanes et al. (2018) elaboraron una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote obteniéndose como mejor tratamiento en cualidades físico-químicas el elaborado con 50% lactosuero y 6% harina, bebida que presentó características semejantes a un yogurt tradicional con buena aceptación por los catadores.

Miranda et al. (2019) elaboraron una bebida probiótica de lactosuero con un contenido controlado de grasas con alta composición nutricional. Opción terapéutica para las dislipidemias y dispepsias. Determinaron la idoneidad del suero para la elaboración de bebidas fermentadas mediante la inoculación con bacterias ácido-lácticas.

Mielez et al. (2018) evaluaron una bebida con suero ácido, goma *xanthan* y néctar de naranja. El suero ácido se obtuvo mediante la fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína. El tratamiento con 10% de suero

ácido y 0,1 de goma xanthan cumplió con las especificaciones establecidas para pH, acidez y sólidos solubles. El néctar cumplió con las características físico-químicas y organolépticas e indicó que fue posible la utilización de suero ácido y goma xanthan para la elaboración del producto.

Rodríguez et al. (2020) plantearon una bebida a base de suero lácteo descremados sin sal y pulpa de *Theobroma grandiflorum* obtuvieron una bebida de 70% lactosuero y 30% de copoazú, siendo el sabor el factor de mayor puntuación. La bebida presentó porcentajes proteicos superiores a los requerimientos para bebidas lácteas lo que hace posible brindar al consumidor una bebida con importantes características nutricionales.

Montesdeoca et al. (2017) propusieron una bebida láctea fermentada, encontraron que el factor porcentaje del lactosuero presentó diferencias significativas lo que influyó en el pH, que estas diferencias están más marcadas para el caso del tipo de estabilizante, obteniéndose un comportamiento para la combinación de estas dos variables. Comportamiento similar que se obtuvo para la acidez, brix y consistencia. Definieron como mejor variante la bebida láctea fermentada de 30% lacto suero y estabilizante CC 729.

Rodríguez et al. (2019) desarrollaron una bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila y pulpa de mora, con características probióticas y buena aceptabilidad, las materias primas fueron suero dulce, pulpa de mora, jugo de sábila, suero en polvo, edulcorante sucralosa y steviosida en relación 1:1 y cultivos lácteos probióticos concentrados liofilizados.

La conservación de las propiedades de lactosuero también ha sido evaluada por industrias diferentes a la alimentación. Wandega et al., (2020) establecieron la viabilidad de una biorefinería para usar los efluentes de lactosuero y producir bioplástico polihidroxibutirato y proteína.

Principales usos tradicionales del lactosuero

Existen varias alternativas para el uso del lactosuero a través de su estabilización, fraccionamiento, transformación y recombinación (Muset y Castells, 2017).

Tradicionalmente ha sido utilizado de manera incipiente en los sistemas porcinos de traspatio o desechado junto con las aguas residuales contribuyendo a la contaminación de mantos freáticos (Vásquez et al., 2017). Gracias a los bajos o nulos costos se destina principalmente para la alimentación de cerdos y elaboración del requesón (Romero, 2020) en este último caso se recupera una gran cantidad de sólidos del suero de leche principalmente proteínas y grasas (Mazorra, 2020).

Debido al creciente interés en aprovechar los nutrientes del lactosuero en las últimas décadas se lo ha destinado a una gran

diversidad de usos (Osorio et al., 2018) principalmente en confitería, elaboración de jarabes utilizados como materia prima para diversos alimentos por sus propiedades endulzantes (Gómez et al., 2017), así como todo tipo de bebidas debido a la baja tecnificación de los procesos implicados (Mazorra y Moreno, 2020), combinado con grasas de origen lácteo o vegetal o sustancias aromáticas (Muñoz, 2018) es el origen de bebidas comunes, saborizadas (Muñoz et al., 2019), fermentadas (Videa y Videa, 2019) probióticas (Miranda et al., 2019).

También se reportó su uso en el cultivo de kefir, obtención de ácido láctico a través de la transformación microbiana de la lactosa con aplicaciones en alimentos, medicina, agricultura, cosméticos (Caro et al., 2019), cultivos iniciadores, biomasa microbiana (Mazorra y Moreno, 2020) en la obtención de suero de polvo, aislado de proteína de suero. En la elaboración de combustibles bioetanol (Capdevila et al., 2020), biopolímeros (Brito y Palmay, 2018), producción fotofermentativa de hidrógeno (Castillo, 2018), biogás (Fernández et al., 2017) metanol, biocombustible (Alemán y Rosales, 2017), electricidad (Parra et al., 2019), elaboración de productos cosméticos, fórmulas lácteas, pastas dentífricas, alimentos nutraceuticos, pomadas antifúngicas (Chacón et al., 2017).

Como suplemento alimenticio para los deportistas (Cribb, 2020) concentrados naturales, azucarados, extracción de proteína, píldoras farmacéuticas, extracción de penicilina, alcohol butílico, acetona, acidificante para alimentos, resinas sintéticas, materias curtientes (Muñoz, 2018). Elaboración de manjar con nueces, utilizando diferentes niveles de lactosuero como sustituto de leche. El permeado de suero ha sido utilizado para la producción de proteína unicelular microbiana para la alimentación animal, producción de ácidos orgánicos, etanol, obtención de probióticos y sustancias probióticas (País et al., 2017).

A nivel mundial se han patentado tecnologías para el aprovechamiento del lactosuero, la mayor cantidad de patentes se enfocan en la transformación del lactosuero en su forma nativa debido a la baja inversión tecnológica para procesar lactosuero en estado líquido (Gómez et al., 2017).

Conclusiones

El lactosuero conserva el 55% de los nutrientes de la leche, tradicionalmente ha sido destinado a la alimentación animal y la elaboración de requesón, pero en la actualidad se han propuesto una gran cantidad de alternativas para su aprovechamiento principalmente desde la industria alimentaria, química, cosmética y biomédica lo cual ofrece oportunidades para su aprovechamiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- Alemán, A. y Rosales, L. (2017). Prospección de inóculos para la generación de electricidad de una celda de combustible microbiana a partir de suero de leche. *Agroindustrias, automatización y agronegocios*, 97-100. <http://congresos.uaslp.mx/cnaaa/SiteAssets/Paginas/Libro/LIBRO%20ELECTR%C3%93NICO%20Agroindustrias,%20Automatizaci%C3%B3n%20y%20Agronegocios%202016%20UASLP.pdf#page=98>
- Arteaga, J., Zambrano, M., Loor, L., Zambrano, J. y Rivera, R. (2017). Características sensoriales de un helado artesanal elaborado con suero de leche. *Revista Espam. Ciencia*, 69-73. http://190.15.136.171:49151/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/145/127
- Borrero, A. y Cujía, K. (2019). Esilado de mango y lactosuero una alternativa de alimentación en vacas lecheras. *Revista Universidad de Barranquilla*, 1(5), 7-26.
- Brito, H. y Palmay, P. (2018). Diseño de un proceso industrial para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero. *GIADÉ*. https://www.researchgate.net/publication/320442565_DISEÑO_DE_UN_PROCESO_INDUSTRIAL_PARA_LA_OBTENCIÓN_DE_BIOETANOL_A_PARTIR_DE_LACTOSUERO
- Caicedo, O., Valle, S. y Caicedo, M. (2018). Ensilaje de tubérculos de taro tratados con suero de leche: Efecto sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento y engorde. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-10. https://www.researchgate.net/profile/Willan-Orlando-Caicedo-Q/publication/326302502_Silage_of_Taro_tubers_treated_with_whey_Effect_on_the_productive_behavior_of_growing_and_fattening_pigs/links/5b44dd270f7e9b1c722167ed/Silage-of-Taro-tubers-treated-with-w
- Caicedo, W., Moyano, J., Valle, S., Díaz, L. y Caicedo, M. (2019). Calidad fermentativa de ensilaje líquido de chontaduro (*Bactris gasipaes*) tratados con yogur natural, suero de leche y melaza. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 167-177. <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172019000100017yscript=sci-arttextylng=en>
- Caicedo, W., Viáfara, D., Perez, M., Alvez, F., Rubio, G., Yanza, R., . . . Mota, W. (2020). Características químicas del ensilado de raquis de plátano y banano orito tratado con suero de leche y urea. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(4), 1-9. https://www.researchgate.net/profile/Willan-Orlando-Caicedo-Q/publication/346423427_Chemical_characteristics_of_the_silage_of_rachis_of_banana_Musa_paradisicaa_and_baby_banana_Musa_acuminata_AA_treated_with_whey_and_urea/links/5fc0fb9e92851c933f663b3b/Che
- Capdevila, V., Vales, M., Geli, C. y Pagano, A. (2020). Análisis de la etapa de hidrólisis de la lactosa del suero lácteo para la obtención de bioetanol. *Avances en Ciencia e Ingeniería*, 11(4), 1-17. <https://www.executivebs.org/publishing.cl/aci/2020/Vol11/Nro4/1-ACI1367-20-full.pdf>
- Caro, A., Holguín, J., Gómez, N., Luján, B. y Gil, M. (2019). Aprovechamiento de lactosuero para la producción de ácido láctico y posibles aplicaciones. *Revista Gipama*, 1(1), 169-178. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/gipama/article/download/3215/3698>
- Castillo, P. (2018). Desarrollo de un proceso de producción fotofermentativa de hidrógeno a partir de lactosuero. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 12-16.
- Chacón, L., Rentería, A., Chávez, A. y Rodríguez, J. (2017). Proteínas del lactosuero: Uso, relación con la salud y bioactividades. *Inverciencia*, 42(11), 712-718. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/11/712-CHAVEZ-42-11.pdf>
- Cribb, P. (2020). Las proteínas del suero de leche de los Estados Unidos y la nutrición en los deportes. *Revista US. Dairy*, 1-20. https://www.thinkusadairy.org/Documents/Customer%20Site/C3-Using%20Dairy/C3.7-Resources%20and%20Insights/04-Nutrition%20Materials/WheySportsNutrition_Spanish_Mexico.pdf
- Cury, C., Cury, K., Aguas, Y., Martínez, A. y Oliveros, R. (2017). Residuos agroindustriales, su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 122-132. <https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/530>
- Díaz, M., Calderón, G., Salgado, M., Cruz, R., Rayas, A., García, M. y Jimenez, J. (2018). Biofuncionalidad de las proteínas y péptidos de la leche, perspectivas de su uso. *Revista Agroproductividad*, 11(11), 17-20. <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1277/1040>
- Fernández, C., Martínez, E., Morán, A. y Gómez, O. (2017). Procesos biológicos para el tratamiento de lactosuero con producción de biogás e hidrógeno. *Revista ION*, 29(1), 47-62. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaion/article/view/5623/5795>
- Fernández, D. (2021). El uso de agua y generación de residuales líquidos en la Empresa Complejo Lácteo de La Habana. *Revista Monteverdia*, 14(1), 1-9. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/monteverdia/article/view/3489>
- Gavilanes, P., Zambrano, A., Romero, C. y Moro, A. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. *Revista de las Agrociencias: La Técnica* (19), 47-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6544945>
- Gómez, J. y Sánchez, O. (2019). Producción de galactooligosacáridos. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(1), 130-158. <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v37n1/2145-9371-inde-37-01-00129.pdf>

- Gómez, J., Sánchez, O. y Benavides, X. (2017). Análisis de patentes como aproximación al diseño conceptual del proceso de obtención de jarabe de lactosuero. *Revista Investigación Desarrollo Innovación*, 7(2), 331-353. <http://www.scielo.org.co/pdf/ridi/v7n2/2389-9417-ridi-7-02-331.pdf>
- González, I. y Cobas, N. (2021). Influencia de la alimentación líquida con suero de leche en perfil de ácidos grasos del chorizo gallego. *Revista ITEA*, 117(1), 19-31. https://www.researchgate.net/publication/343360541-Influencia_de_la_alimentacion_liquida_con_suero_de_leche_en_el_perfil_de_acidos_grasos_del_chorizo_gallego
- Haberkorn, N. (2018). Alimentación de porcino con suero de leche para la reducción de costos de alimentación. *Revista Universidad Siglo XXI*. <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/16625/HABERKORN%20NATALIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jimenez, S., Pérez, L., Ozuna, C. y Juárez, M. (2018). Caracterización y desarrollo de una bebida de mango a base de suero de leche. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 472-476. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/8/79.pdf>
- López, R., Becerra, M. y Borrás, L. (2018). Caracterización físico - química y microbiológica del lactosuero del queso Paipa. *Ciencia y Agricultura*, 15(2), 99-106. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6636645.pdf>
- Mazorra, M., Ramírez, H. y Lugo, M. (2020). Caracterización del latosuero y requesón proveniente del proceso de elaboración del queso cocido (asadero) región Sonora. *Nova Scientia*, 11(23). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052019000200011
- Mazorra, M. y Moreno, J. (2020). Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería tradicional. *Ciencias UAT*, 14(1), 133-144. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582019000200133
- Mielez, M., Yepez, L. y Ramírez, L. (2018). Elaboración de una bebida utilizando el subproducto de la industria láctea. *Enfoque UTE*, 9(2), 59-69. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000200059
- Miranda, O., Fonseca, P., Ponce, I., Cedeño, C., Sam, L. y Martí, L. (2019). Una bebida probiótica con posibles aplicaciones terapéuticas elaboradas a escala industrial a partir del suero de leche. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 29(2), 347-358. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2019/can192g.pdf>
- Molero, M., Castro, G. y Briñez, W. (2017). Evaluación física química del lactosuero obtenido de la producción de queso blanco aplicando un método artesanal. *Revista Científica*, 27(3), 149-153. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/959/95952010003/html/index.html>
- Montesdeoca, R., Benitez, I., Guevara, R. y Guevara, G. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(1), 39-44. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182017000100006&script=sci_arttext
- Muñoz, J. (2018). Elaboración de manjar con nueces, utilizando diferentes niveles de lactosuero como sustituto de leche. *Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(10), 27-33. <http://www.journalproscienc.es/index.php/ps/article/view/67/253>
- Muñoz, J., Cabrera, C., Alcívar, A., Castro, M. y Zambrano, E. (2019). Uso del lactosuero en el desarrollo de una bebida láctea saborizada con chocolate en polvo: propiedades sensoriales y bromatológicas. *Agroindustrial Science*, 9(2), 199-203. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/2711>
- Muset, G. y Castells, M. (2017). Valorización del lactosuero. *San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial*. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1104612/1/lactosuero.pdf>
- Osorio, C., Sandoval, F., Hernández, F., Hidalgo, J. y Gómez, F. (2018). Potencial aprovechamiento del suero de queso en México. *Agroproductividad*, 11(7), 101-106. <https://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=sitetype=crawler&jrnl=24487546&yAN=131959063&yh=FP79fqahk15WPZ-dOKb1Gp3ZT%2fX%2fwYq%2fDHCkDulso-pE4Iqx5%2bfM2brikjLIwnqa8jj3AD1OaRO%2fi-K%2bswh50fg%3d%3d&yrc=cyresultNs=AdminWebAuthyre>
- País, J., Núñez, J., Lara, M. y Rivera, L. (2017). Valorización del suero de leche: Una visión desde la biotecnología. *Bionatura*, 2(4), 469-467. <https://www.revistabionatura.com/files/2017.02.04.11.pdf>
- Parra, M., Murcia, L., Fernández, D. y Sandoval, J. (2019). Uso de residuos industriales para fabricar proteínas a partir de la microalga *Chlorella vulgaris*. *Avances: Investigación en Ingeniería*, 16(1), 66-75. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7855005.pdf>
- Pineda, C., Atxaerando, R., Ruíz, R. & García, A. (2017). Uso de lactosuero y concentrado proótico de lactosuero en

- piensos de pollo de engorde. *Albeitar*, 1, 38-40. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6107148>
- Poveda, E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista Chilena de Nutrición*, 397-403.
- Ramírez, S., Solíz, A. y Vélez, A. (2018). Tecnologías de membranas: Obtención de proteínas del lactosuero. *Revista Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(24), 52-29. <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaingenieria/article/view/115/114>
- Rodríguez, A., Abad, C., Pérez, A. y Dieguéz, K. (2020). Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(2), 166-175. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7514278>
- Rodríguez, D. y Hernández, A. (2017). Desarrollo de una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de *Aloe vera* y pulpa de fruta. *RTQ*, 37(1), 40-50. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852017000100005
- Rodríguez, D., Colomina, A., Rodríguez, W. y Hernández, A. (2020). Bebida fermentada de suero con la adición de salvado de trigo y pulpa de guayaba. *RTQ*, 40(2), 428-441. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-6185202000020042&script=sci_arttext&lng=en
- Rodríguez, D., Rodríguez, L. y Hernández, A. (2019). Bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila (*Aloe vera* L.) y pulpa de mora (*Robus glaucus* Benth) con característica probióticas. *Revista Tecnología Química*, 39(2), 301-317. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852019000200301&script=sci_arttext&lng=en
- Romero, K. y Torres, Q. (2020). Alternativas tecnológicas para el uso del lactosuero: valorización económica de residuos. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 30(55). <https://datos.ciad.mx/estudiosociales/index.php/es/article/view/908>
- Torres, I. (2017). Caracterización físico química y microbiológica de un yogurt elaborado a base de suero lácteo. *Agricultura Science*. <https://scholar.uprm.edu/handle/20.500.11801/920>
- Vásquez, C., Pinto, R., Rodríguez, R. y Carmona, J. (2017). Uso, producción y calidad del lactosuero. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 21(1), 65-75. https://www.researchgate.net/profile/Rafael_Rodriguez30/publication/337548469_Use_production_and_nutritional_quality_of_whey_milk_in_the_central_region_of_Chiapas/links/5ddd8f0ea6fdcc2837ed7fb2/Use-production-and-nutritional-quality-of-whey-milk-in-the-ce
- Videa, M. y Videa, M. (2019). Yogurt natural a partir de suero lácteo a escala de laboratorio. *Revista de Ciencias y Tecnología El Higo*, 9(1), 59-68. <https://www.camjol.info/index.php/elhigo/article/view/8997/10179>
- Villegas, N., Díaz, J. y Hernández, A. (2017). Evaluación de eficiencia tecnológica en la elaboración artesanal de queso fresco de la coagulación enzimática. *Tecnología Química*, 37(3), 380-391. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852017000300002
- Wandega, F., Braga, E., Philo, S., Wandega, F. y Pontes, L. (2020). Biorefinería para producir bioplástico y proteína a partir de suero de leche utilizando simulador ASPEN. *Recyt*, 22(33), 47-57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7488359>
- Wscary, F., Madrigal, L., Salazar, B. y Cárdenas, J. (2018). Aprovechamiento lactosuero residual de empresas productoras de queso en la Región Norte de Colima y Sur de Jalisco para la elaboración de una bebida fermentada de bajo grado alcohólico. *Revista UNAM*, 14(3), 37-47. <http://revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/71658/63205>
- Zambrano, D. y López, E. (2018). La industria de lácteos de Riobamba-Ecuador. Las dinámicas de la economía local. *Economía y negocios*. <http://cici.ute.edu.ec/index.php/economia-y-negocios/article/view/441/381>
- Zúñiga, M. y Cigüeña, D. (2019). Estabilización de la salsa golf con suero concentrado de leche a tres niveles. *Functional Food Science and Technology Journal*, 1(1), 63-71. <http://revistas.unprg.edu.pe/openjournal/index.php/cytaf/article/view/524/124>

Contribución de los autores

Autores	Contribución
María Belén Williams Zambrano Alex Alberto Dueñas Rivadeneira	Concepción y diseño, investigación, metodología, redacción y revisión del artículo. Adquisición de datos, aplicación de Software estadístico, análisis e interpretación.